

A restauração do conhecimento geológico e geomorfológico: reflexões epistemológicas

Alyson Bueno Francisco

✉ alysonbueno@gmail.com

Resumo

Este artigo visa apresentar uma revisão sobre a história epistemológica da Geologia e das concepções de Davis na Geomorfologia, tendo como embasamento a filosofia de Francis Bacon. Durante sua sistematização, a Geologia esteve dependente de concepções teóricas relacionadas à mitologia greco-romana e aos dogmas cristãos. Entretanto, com a realização dos trabalhos de campo, os geólogos passaram a questionar estas teorias dedutivas e intuitivas para garantir a cientificidade da Geologia. Partindo da importância do resgate empírico a partir da investigação científica pelos fatos particulares, idealizada por Bacon, busca-se o questionamento das dependências teóricas na Geologia e na Geomorfologia e propõe-se a necessidade de prática empírica e experimental com os exemplos da Geologia de Engenharia e do planejamento ambiental na Geomorfologia. O diálogo entre as ciências a partir de experiências de campo é fundamental na restauração das Geociências, diante do atual cenário de busca pela recuperação ambiental e pelo diagnóstico das condições ambientais para orientar as políticas pelo conhecimento científico aprimorado com o avanço das geotecnologias.

* * *

PALAVRAS-CHAVE: Francis Bacon, história da geologia, teorias, empirismo.

Introdução

A filosofia natural de Francis Bacon (1561-1626) contribui na revisão epistemológica das ciências da natureza pela busca de construção do conhecimento científico através de experimentos e resultados da prática indutiva.

A Geologia é uma ciência histórica que investiga o passado da Terra para compreender a gênese das formações rochosas. Para compreender este passado, cada vez mais, os estudos geológicos se apoiaram em análises empíricas e experimentais para criticar as posturas restritamente teóricas. No século XVIII, a Geologia se sistematizou com os estudos de James Hutton (1726-1797) através do uniformitarismo que buscou compreender os processos geológicos pretéritos a partir das investigações da paisagem no tempo presente, rompendo com visão de evolução dos processos através de catástrofes (OLIVEIRA, 2010).

A investigação de fósseis e rochas através de trabalhos de campo nas diversas partes do planeta favoreceu a reformulação das teorias antes dependentes de concepções mitológicas e bíblicas, como as teorias do netunismo e plutonismo. Além destas teorias do século XVIII e XIX, no século XX as teorias sobre a dinâmica da tectônica global foram revisadas pela datação absoluta de rochas da crosta oceânica e mapeamentos detalhados das atividades sísmicas (ODY, 2005).

Nos últimos anos, a Geologia de Engenharia conquista espaço nas discussões da importância da aplicação do conhecimento geológico para recuperar os danos ambientais e utilizar de forma racional os recursos minerais (OLIVEIRA, 2009). Para que este ramo se desenvolva, tornam-se necessários estudos empíricos associados às inovações das geotecnologias e um diálogo entre as universidades e os profissionais liberais com experiência empírica.

No campo da Geomorfologia, esta ciência se desenvolveu através da consolidação de teorias sobre a formação do relevo. Mas essa evolução foi garantida pelo trabalho de campo, difundido pela proposta de Walther Penck (ABREU, 2003), e pelos estudos experimentais voltados à compreensão da dinâmica das vertentes (COLÂNGELO, 1997).

Nesse sentido, este texto apresenta uma revisão da contribuição da proposta experimental e prática de Francis Bacon para a restauração do conhecimento geológico, no repensar do método científico e no progresso das ideias para a atual necessidade de recuperação ambiental.

A filosofia de Bacon e a restauração da ciência

O filósofo Francis Bacon produziu um pensamento com o objetivo de questionar a dependência do Mundo Ocidental ao pensamento aristotélico, visto que até o início da Idade Moderna os intelectuais interpretavam a filosofia a partir de concepções apenas teóricas e através da retórica defendiam suas ideias sem respaldo científico.

Bacon (2015) considera a importância de restaurar a Ciência com base em investigações experimentais para analisar os fatos particulares e interpretação a natureza. Bacon (2015, p. 27) afirma: “deve-se percorrer um caminho pelas florestas da experiência e das coisas particulares sob a luz incerta dos sentidos, luz que às vezes brilha, às vezes se esconde”.

O método de Bacon (1979) para a interpretação da natureza visa, através da indução, compreender os “segredos” da natureza diante de sua diversidade, sendo necessários experimentos diversificados e práticos para investigar os fatos particulares e, a partir das conclusões, construir os aforismos para edificar as teorias. Segundo Bacon (1979, p. 63), “pretendemos deduzir das obras e experimentos as causas e os axiomas e depois, das causas e princípios, novas obras e experimentos, como cumpre aos legítimos intérpretes da natureza”.

Bacon (1979) apresenta que os cientistas não podem depender de ideias já consolidadas, pois assim não garantem o progresso da ciência, visto que este só o é possível através das invenções e das novas ideias. Bacon (1979, p. 65) afirma: “não há nada tão pernicioso à filosofia como o fato de que as coisas familiares e que ocorrem com frequência não atraírem e não prenderem a reflexão dos homens, mas serem admitidas sem exame e investigação de suas causas”.

Esta crítica da causalidade fez parte da filosofia de David Hume (1711-1776). No entender de Hume (1995, p. 89): “quando a causa está presente, a mente, pelo hábito, passa imediatamente à concepção e crença por efeito costumeiro”. Logo, a causalidade influencia nossa mente quando visitamos o campo e pode nos levar aos juízos dependentes das ideias costumeiras pelo hábito.

Este apego ao hábito pode nos levar à construir modelos preditivos para o futuro a partir de dados empíricos coletados no passado, sendo necessário evitá-lo. Para Hume (1995, p. 71), “não é, pois, a razão que conduz a vida, mas o hábito. Apenas ele determina a mente, em todas as circunstâncias, a supor que o futuro é conforme o passado”.

Para garantir a compreensão da natureza em sua diversidade, Bacon (2007) considera relevante a busca por vários experimentos (“engenho”) e através dos erros são alcançadas as verdades. Bacon (2007, p. 160) afirma: “mas há que se

elogiar esse emprego do engenho e do conhecimento que trabalha para tornar certas as coisas duvidosas e não aqueles que trabalham para tornar as duvidosas em certas”.

Em sua proposta experimental, Bacon (2015) destaca a importância da variedade de experimentos para descobrir os “segredos” da natureza, cuja criatividade é necessária ao cientista diante das dificuldades encontradas em campo. Bacon (2015, p. 26) afirma: “o bom pesquisador, mesmo após uma laboriosa variedade de experimentos, não se permite descanso, mas sempre encontra o que procura mais além”.

A interpretação da natureza, segundo Bacon (1979), é realizada com a verificação dos fenômenos naturais através da experimentação, pois apenas assim o cientista pode romper com a teologia e tradição, na constatação dos verdadeiros fatos particulares presentes na natureza e retratados nos fenômenos.

A realidade empírica e as dificuldades nos trabalhos de campo nos levam à apoiar a proposta de Bacon (1979), quando ele menciona a necessidade reformulação dos experimentos e uso da criatividade para o progresso da ciência. No entender de Bacon (1979, p. 54):

por isso, a esperança de um ulterior progresso das ciências estará bem fundamentada quando se recolherem e reunirem na história natural muitos experimentos que em si não encerram qualquer utilidade, mas que são necessários na descoberta das causas e dos axiomas. A esses experimentos costumamos designar por *lucíferos*, para diferenciá-los dos que chamamos de *frutíferos*.

A proposta filosófica de Francis Bacon recebeu críticas de outras correntes filosóficas que resumiram sua filosofia natural como um meio de dominação da natureza através de técnicas. No entanto, Bacon (1979, p. 07) considera que: “ciência e poder do homem coincidem, uma vez que, sendo a causa ignorada, frustra-se o efeito. Pois a natureza não se vence, se não quando se lhe obedece”.

Em suma, a proposta de filosofia natural de Bacon contribui no período atual com a importância de compreender a dinâmica dos fenômenos naturais, garantindo a sobrevivência da humanidade através do conhecimento científico, acumulado durante séculos de experiências de campo; e permitindo o aproveitamento das tecnologias atuais para garantir a precisão dos dados empíricos e a realização de mapeamentos em grandes escalas.

As teorias geológicas e geomorfológicas: das mitologias às comprovações empíricas

A Geologia se sistematizou como ciência no século XVIII através dos estudos de Abraham Gottlob Werner (1749-1817), que fundamentou a teoria do netunismo, e James Hutton (1726-1797), que estabeleceu a teoria do plutonismo e consolidou o método do uniformitarismo a partir das concepções de Anton Moro (1687-1764).

A teoria do netunismo proposta por Werner explicava a formação das rochas a partir da ação dos mares, fazendo com que as rochas fossem depositadas em camadas sucessivas no passado, quando as águas haviam coberto a superfície da Terra. Assim, a teoria do netunismo possuía influência de concepções bíblicas e mitológicas, devida relação entre conhecimento científico e conhecimento religioso existente na época de Werner. Os geólogos netunistas acreditavam na teoria do Dilúvio Universal, de fundamento bíblico; mas sua denominação “netunismo” ocorre devida concepção mitológica romana do deus dos mares Netuno. Essa teoria foi refutada devido aos trabalhos de campo realizados pelos geólogos, que constataram a existência de exemplos de estratificação cruzada e diques magmáticos contrapondo a influência das camadas paralelas na análise dos netunistas (OLIVEIRA, 2010).

James Hutton, a partir de suas investigações empíricas sobre as rochas magmáticas, propôs o plutonismo ao considerar que todas as rochas tinham origem magmática. A denominação “plutonismo” decorre da mitologia romana do deus das profundezas Plutão. Ao sistematizar a teoria geológica, James Hutton propôs a análise do processo geológico a partir da concepção de ciclo, cuja Terra seria uma espécie de “*machina mundi*”. No entender de Gould (1991), Hutton explicava a dinâmica da Terra auto-renovável pelo ciclo de formação das rochas: “produzindo extensos soerguimentos e gerando novos continentes onde antes havia oceanos, enquanto as áreas erodidas dos antigos continentes se tornam novos oceanos” (GOULD, 1991, p. 72). Esta concepção de tempo em ciclo possui influência didática até os dias atuais no campo das Geociências, como mostra a Figura 1.

Figura 1. Ciclo das rochas pela teoria de Hutton.



Fonte: Madureira Filho; Atencio; McReath (2000, p. 40).

A concepção de tempo em ciclo na abordagem histórica da Geologia, a partir da proposta teórica de James Hutton, influenciou os geólogos e os geomorfólogos principalmente de origem anglo-saxônica, como William Morris Davis (1850-1934), que apresenta o ciclo geográfico de erosão para sistematizar a teoria introdutória da Geomorfologia.

Monteiro (2001) apresenta considerações sobre a obra de Davis na Geomorfologia e destaca a proposta deste geógrafo norte-americano na construção da teoria do ciclo geográfico ideal, a partir da classificação genética e temporal das formas de relevo, ao considerar a erosão geológica como processo ideal a partir dos escritos de Surrall sobre erosão fluvial. Ao descrever a proposta teórica de Davis, Monteiro (2001, p. 04) afirma: “espírito um pouco abstrato, mais construtor que observador, o que assenta aos propósitos teorizantes do segundo”. Logo, Davis possuía capacidade cognitiva para construir teorias a partir de poucas informações empíricas, tornando suas teorias cíclicas dependentes dos modelos gerados por sua criatividade cognitiva. Neste sentido, Monteiro (2001, p. 04) afirma:

Consciente de suas abstrações teóricas, em sua proposta cíclica, e ante a variedade climática – fonte da ação gliptogenética – no globo terrestre, Davis referia-se, no seu modelo, a uma (abstrata) erosão ideal, ou seja, aquela ligada às regiões temperadas das latitudes

médias do hemisfério norte, com vigência das quatro estações e pluviosidade farta, mas moderada, emoldurada por climas mediterrâneos e árticos.

Monteiro (2001, p. 10) apresenta sua crítica à proposta metodológica de Davis: “mas o cerne de toda a crítica é centrada no fato de que Davis coloca a intuição no lugar da observação, pecado advindo das concepções filosóficas de Bergson”. Henri Bergson (1859-1941) foi um filósofo que desenvolveu o método intuitivo considerando a capacidade da mente desenvolver intuições a partir da consciência e da memória. Bergson (2013) apresenta influência aristotélica e dedutiva em seu pensamento demonstrando a capacidade humana de elaboração de teorias a partir da intuição.

Entretanto, as condições atuais de degradação e a necessidade de precisão geográfica e cartográfica nos estudos ambientais para garantir o uso racional dos recursos escassos exigem da ciência a prática. A existência de teorias é necessária para organizar o pensamento e o resgate do processo em tempos passados visto que não possuímos um “filme” com registro dos acontecimentos. No entanto, a dependência da teoria torna o pesquisador refém de modelos e o mercado fora das universidades pede a razão prática para resolver os problemas atuais.

Nos últimos anos, as geotecnologias através dos avanços em sensoriamento remoto, geoprocessamento e Sistemas de Informações Geográficas permitiram ao pesquisador retratar com escalas da vez maiores os dados coletados em campo e extraídos das imagens orbitais.

No entender de Ab’Sáber (2007, p. 74): “o geógrafo tem que publicar seus trabalhos como artigos analíticos, no começo; um dia, pode-se chegar a teorização”. A investigação das formações rochosas e das formas de relevo precisa contemplar a diversidade natural e apenas após o trabalho de campo com observações e análises de fatos particulares podem ser construídas as teorizações.

A restauração da Geologia e da Geomorfologia: o diálogo com as engenharias e o planejamento ambiental

Os estudos geológicos analisam a formação das rochas e minerais a partir da história das condições ambientais da gênese desta litologia. Através dos registros presentes nas camadas estratigráficas e outras metodologias de sensoriamento remoto e datações das amostras, os geólogos investigam as formações rochosas para interpretarem a natureza.

Desde os estudos de Chemekov (1982 apud OLIVEIRA, 2009), a Geologia busca investigar as transformações ambientais decorrentes da ação antrópica através de registros estratigráficos com os chamados depósitos tecnogênicos.

No Brasil, desde a década de 1990 a Geologia desenvolve estudos para a solução de problemas ambientais através da capacidade tecnológica das metodologias relacionadas às engenharias. Neste contexto, se desenvolveu a Geologia de Engenharia sendo conceituada como:

ciência dedicada à investigação, estudo e solução de problemas de engenharia e *meio ambiente*, decorrentes da interação entre geologia e *os trabalhos e atividades do homem*, bem como à previsão e desenvolvimento de *medidas preventivas ou reparadoras de acidentes geológicos* (ABGE, 1990 *apud* OLIVEIRA, 2009, p. 03, grifo nosso).

Naquela época, os geólogos denominavam de “acidentes geológicos” os impactos causados pela ação antrópica e a Geologia deveriam buscar, através dos estudos ambientais e da parceria com as engenharias, as alternativas e possibilidades para reparar estes impactos.

A ciência não pode considerar que a humanidade pode degradar os recursos naturais e a capacidade tecnológica pode posteriormente reparar estas condições de degradação, visto que estas medidas reparadoras são de alto custo principalmente para o Poder Público. No entanto, os erros cometidos que originaram as condições de degradação não podem justificar a falta da prática científica diante dos problemas enfrentados por essas condições de degradação. A ciência, através dos estudos práticos e de trabalho de campo, apresenta diagnósticos e prognósticos das condições de degradação e pode auxiliar as engenharias na solução destas degradações.

A Geomorfologia, ciência das formas de relevo, avança com as propostas de Ab’Sáber (2007) pela relação entre as investigações empíricas que contribuíram na aproximação com a Biogeografia e a Climatologia pelos domínios morfoclimáticos. Além deste avanço teórico-metodológico, o planejamento torna-se uma proposta importante na carreira profissional dos geógrafos, sendo presente a contribuição de Ab’Sáber (2007) que considera a paisagem como um patrimônio natural e cultural, cujo planejamento ambiental visa garantir a conservação desse patrimônio.

Os mapeamentos geomorfológicos avançam no sentido do planejamento ambiental pelo apoio da ação governamental de monitoramento e delimitação das áreas de risco por movimentos de massa, além das demais relações deste mapeamento para analisar os processos nas vertentes como categoria importante no planejamento ambiental pelo conhecimento geomorfológico (ROSS, 1997).

O aprimoramento da precisão das informações geográficas, através do desenvolvimento dos Sistemas de Informação Geográfica e dos receptores de posicionamento global, garante o mapeamento em grandes escalas para uma melhor interpretação das formas de relevo. No entanto, considera-se necessário o

uso objetivo da quantidade disponível das informações geradas, pois os mapeamentos devem possuir objetivos delimitados para fomentar as corretas interpretações dos pesquisadores, com base nos fatos.

A busca pelo trabalho de campo para compreender a diversidade da natureza, em conjunto com os avanços das metodologias, garante a prática das pesquisas científicas no campo das Geociências.

Considerações finais

A restauração das Geociências, com enfoque da Geologia e da Geomorfologia neste artigo, torna-se necessária através do fim da dependência de dados secundários e modelos teóricos para garantir a consolidação da busca por informações constatadas em campo. As atuais condições de degradação precisam ser investigadas pelos cientistas para a elaboração de diagnósticos das condições atuais e propostas para mitigar os impactos gerados pelo uso inadequado dos recursos naturais.

As ciências possuem variedades de assuntos, pois a natureza é diversificada e precisam da diversidade metodológica. Diante disso, o contato com a teoria do conhecimento é importante para os pesquisadores não serem apenas reféns dos estudos de caso e terem consciência crítica de suas propostas metodológicas. O método empírico e experimental é uma das possibilidades de interpretação dos fenômenos naturais, sendo o mais adequado em vários temas das Geociências.

O diálogo dos cientistas com os órgãos públicos garante a relação do conhecimento científico adquirido e produzido nas universidades com as aplicações na esfera governamental para a melhoria da qualidade de vida. Francis Bacon atuou na política numa época quando não existiam os órgãos públicos e os políticos necessitavam de conhecimento científico na tomada de decisões. Atualmente, a política brasileira pode ser orientada pelos cientistas para elaborar planejamentos adequados considerando a conservação ambiental uma proposta necessária na execução dos projetos de engenharia e produção do conhecimento científico.

Referências

- ABREU, A. A. A teoria geomorfológica e sua edificação: análise crítica. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, n. 02, p. 51-67, 2003.
- AB'SÁBER, A. N. *O que é ser geógrafo: memórias profissionais de Aziz Ab'Sáber*. Rio de Janeiro: Record, 2007.
- BACON, F. *Novum organum: ou verdadeiras indicações acerca da interpretação da natureza*. São Paulo: Abril Cultural, 1979, tradução de José Aluysio Reis de Andrade.
- BACON, F. *O progresso do conhecimento*. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 2007, tradução de Raul Fiker.
- BACON, F. *A grande restauração*. Curitiba: Segesta, 2015, tradução de Alessandro Rolim de Moura.

- BERGSON, H. *O que Aristóteles pensou sobre o lugar*. Campinas: Editora da Unicamp, 2013, tradução de Anna Lia de Almeida Prado.
- COLÂNGELO, A. C. Metodologia em Geografia Física: ciência, tecnologia e Geomorfologia Experimental. *Revista do Departamento de Geografia*, São Paulo, n. 11, p. 47-56, 1997.
- GOULD, S. J. *Seta do tempo, ciclo do tempo: mito e metáfora na descoberta do tempo geológico*. São Paulo: Companhia das Letras, 1991.
- HUME, D. *Um tratado da natureza humana*. São Paulo: Paraula, 1995, tradução de Rachel Gutierrez e José Sotero Caio.
- MADUREIRA FILHO, J. B.; ATENCIO, D.; MCREATH, I. Minerais e rochas: constituintes da Terra sólida. In: TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M.; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. (org.) *Decifrando a Terra*. São Paulo: Oficina de Textos, p. 27-42, 2000.
- MONTEIRO, C. A. F. William Morris Davis e a Teoria Geográfica. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, n. 01, v. 02, p. 01-20, 2001.
- ODY, L. C. *Teoria e História da Geologia*. Dissertação (Mestrado em Filosofia), Universidade Federal de Santa Catarina, 2005, 105f.
- OLIVEIRA, A. M. S. O papel da Geologia de Engenharia no estudo do assoreamento. In: *SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO*, 8., Anais..., São Paulo, 2009.
- OLIVEIRA, A. O. S. A. *Contribuição teórico-metodológica para o ensino de Geomorfologia*. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2010, 306 p.
- ROSS, J. L. S. *Geomorfologia: ambiente e planejamento*. São Paulo: Contexto, 1997.

Sobre o autor

Alyson Bueno Francisco: Licenciado e Bacharel, Mestre e Doutor em Geografia pela Universidade Estadual Paulista (UNESP/FTC-PP). Desenvolve pesquisas na área de Geografia Física, com ênfase em erosão urbana, monitoramento de perdas de solo, experimentos de controle de erosão, agrimensura e métodos científicos de monitoramento dos fenômenos naturais.

* * *

ABSTRACT

The restoration of the geological and geomorphological knowledge: epistemological reflections

This article aims to present a review on the history and geology of the epistemological conceptions of Davis in Geomorphology and as the bedrock philosophy of Francis Bacon. During your systematization, geology was dependent on theoretical concepts related to Greco-Roman mythology and Christian dogma. However, with the completion of the fieldwork, geologists began to question these deductive, intuitive theories to ensure the scientific theories of geology. From the importance of empirical rescue from scientific research by particular facts, designed by Bacon, the questioning of theoretical geology and dependencies on Geomorphology and proposes the need for empirical and experimental practice with the examples of engineering geology and environmental planning in Geomorphology. The dialogue between the sciences from field experiences is fundamental in the restoration of the Earth Sciences, before the current scenario of quest for environmental recovery and the diagnosis of environmental conditions to guide policies for improved scientific knowledge with the advancement of the geotechnologies.

KEYWORDS: Francis Bacon, geology's history, theories, empiricism.

RÉSUMÉ

La restauration de la connaissance géologique et geomorphologique: réflexions épistémologiques

Cet article vise à présenter une étude sur l'histoire et la géologie des conceptions épistémologiques de Davis en geomorphologie et comme la philosophie du substratum rocheux de Francis Bacon. Au cours de votre systématisation, géologie dépendait de concepts théoriques liés à la mythologie gréco-romaine et le dogme chrétien. Cependant, l'achèvement du travail sur le terrain, les géologues ont commencé à remettre en question ces théories déductives, intuitives afin de s'assurer que les théories scientifiques de géologie. De l'importance du sauvetage empirique de la recherche scientifique par les faits particuliers, conçu par Bacon, la remise en cause de la géologie théorique et dépendances sur la geomorphologie et propose la nécessité d'une pratique empirique et expérimentale avec les exemples de géologie de l'ingénieur et de la planification environnementale en geomorphologie. Le dialogue entre les sciences d'expériences de terrain est fondamental dans la restauration des Sciences de la terre, avant le scénario actuel de quête pour le rétablissement de l'environnement et le diagnostic des conditions environnementales afin de guider les politiques pour l'amélioration des connaissances scientifiques avec l'avancement de la geotechnologies.

MOTS-CLÉS: Francis Bacon, histoire de la géologie, théories, empirisme.